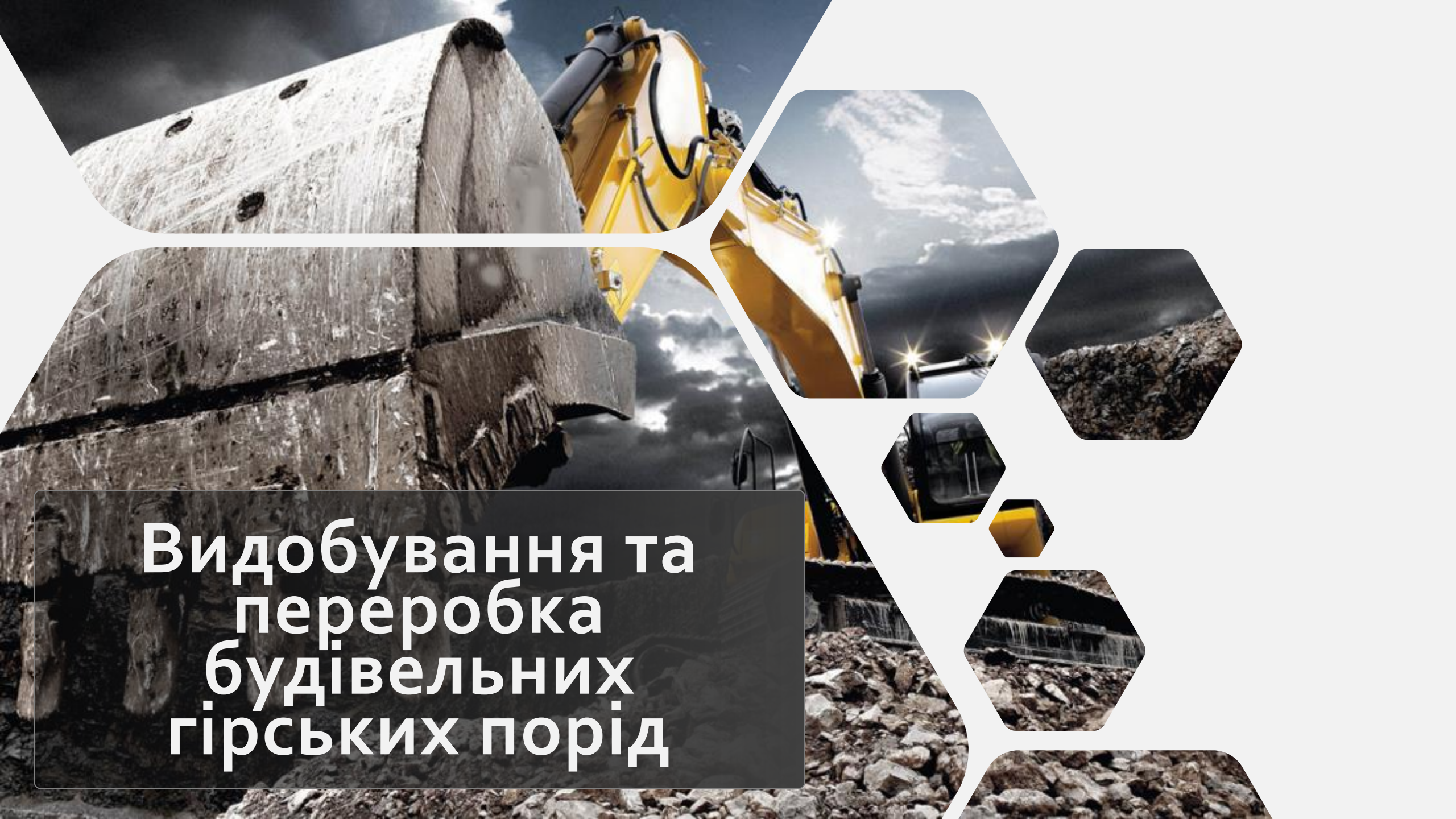


Видобування та переробка будівельних гірських порід

Силабус дисципліни

Загальна характеристика дисципліни

Метою дисципліни є формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок у галузі технології відкритої розробки родовищ будівельних гірських порід та їх переробки для отримання будівельних матеріалів.

На вивчення дисципліни відведено 16 години лекційних та 32 години лабораторних занять. Оцінювання студентів передбачено виконувати за результатами виконання ними лабораторних робіт та перевірки засвоєння лекційного матеріалу шляхом написання контрольних робіт.

Зміст курсу лекційних та лабораторних занять

	Лекції	Лабораторні роботи
1	Будівельні гірські породи, їх генезис, класифікація та напрями застосування	Розрахунок параметрів роботи одноківшевого екскаватора при відпрацюванні будівельних гірських порід
2	Підрахунок запасів будівельних гірських порід та їх поділ за якісними ознаками	Розрахунок продуктивності бульдозера при плануванні площадки
3	Способи розкриття родовищ будівельних гірських порід	Розрахунок продуктивності механічного розпушувача при відпрацюванні карбонатних порід
4	Системи вікритої розробки та структури комплексів механізації при розробці родовищ будівельних гірських порід	Розрахунок параметрів роботи навантажувача при відпрацюванні будівельних гірських порід
5	Технологія видобування та переробки гірничої маси при розробці щебеневих кар'єрів	Розрахунок параметрів роботи скрепера при відпрацюванні піщаних та піщано-глинистих порід
6		Визначення основних параметрів системи розробки при організації валового виймання гірничої маси
7	Технологія видобування та переробки гірничої маси при розробці піщано-гравійних та піщаних родовищ	Визначення виробничої потужності підприємств з видобування будівельних гірських порід
8	Технологія видобування та переробки гірничої маси при розробці глиняних родовищ	

Методика оцінювання та розподіл балів

Корисні посилання

Для приєднання до занять	meet.google.com/suq-fuvg-aoz
Для доступу до додаткових матеріалів	лекційний матеріал: https://drive.google.com/drive/folders/1V-pgcZV9_O7GCbXK7mSWgcRq4mA6YRnW?usp=sharing лабораторні заняття: https://drive.google.com/drive/folders/1_LDPTfJ3y6dVEYjEFMzV5soEn4b6uI3Z?usp=sharing
Для доступу до журналу успішності	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1hCAWiTAG2bZs57btWOrcNmIj0wGejtr19WxXRpYDFdk/edit?usp=sharing
Для зв’язку з викладачем	https://t.me/IgorGHOST ihor@ztu.edu.ua

Лекція 1. Будівельні гірські породи, їх генезис, класифікація та напрями застосування

Загальні відомості

Нерудні будівельні матеріали представляють собою корисні копалини, які використовуються в будівництві без зміни їх агрегатного стану, фізичних і технологічних властивостей, чи хімічного складу. До таких порід належать магматичні, метаморфічні та щільні осадові породи (наприклад граніт, базальт, гнейс, мармур) і породи природного, або штучного подрібнення (наприклад уламки гірських порід, такі як гравій, пісок або подрібнені за допомогою дробильного устаткування магматичні чи метаморфічні породи, вулканічний туф і тому подібне).

В якості мінеральних будівельних матеріалів застосовують магматичні і метаморфічні гірські породи, карбонатні і уламкові породи, глини та глинисті породи.

Будівельний камінь

Магматичні і метаморфічні гірські породи широко розповсюдженні у складі земної кори і умовно виокремлюються під назвою **будівельний камінь**. Прикладом таких порід є граніти, сієніти, діорити, габро, лабрадорити, кварцові порфіри, порфірити, діабази, ліпарити, андезити, базальти, гнейси, туфи, пемза і інші. Характерна особливість використання цих порід в будівництві заключається в тому, що вони можуть застосовуватись безпосередньо у природному стані, у вигляді шматків різної форми і розмірів (або після незначної обробки - наприклад подрібнення, обтесування, розпилювання, шліфування чи полірування).

Будівельний камінь

За характером обробки і застосуванням будівельного каменю його поділяють на:

- щебінь, бут та крихту (шматки неправильної форми, які отримують в результаті вибухового або механічного дроблення)
- штучний камінь (облицювальний, стіновий, футерувальний, дорожній, технічні плити, покрівельні плити і інше)

Будівельний камінь

Із продукції природного каменю, яка відноситься до першої групи найбільш розповсюдженим є саме щебінь. Зерна щебеню класифікують на лещадні і кубовидної форми. Основні вимоги державного стандарту стосовно щебеню наступні: допустимий вміст зерен пластинчастої і голкоподібної форми має становити не більше 50%; число фракцій 4; вміст зерен більше найбільшого розміру франції і менше мінімального розміру фракції має не перевищувати 5%.

Будівельний камінь

Крихта, яку отримують під час подрібнення чи обробки каменю використовується для різних цілей. Наприклад, мармурова крихта може застосовуватись в електротехнічних виробах, або для виготовлення декоративного бетону з якого виготовляють підвіконня, сходи, фасадне облицювання і інше. Сланцева кришка використовується для виготовлення руберойду, а крихта одержана із щільних вапняків для виготовлення асфальтових дорожніх покриттів. Розмір крихти в залежності від її призначення може коливатись від 0,5 до 0,15 мм.

Будівельний камінь

Якщо розглядати бутовий камінь (ДСТУ Б В.2.7-241:2010. «Будівельні матеріали. Камінь бутовий. Технічні умови.»), то однією з його найважливіших характеристик буде межа міцності на стиск, яка має бути не менше 10 кН/см.кв; коефіцієнт розм'якшення не нижче 0,7; об'ємна маса не менше 1,8 т/м.куб; водопоглинання не більше 10% від маси каменю і морозостійкість від 15 до 50 циклів.

Будівельний камінь

Ультраосновні магматичні породи (дуніти, олівініти, серпентиніти) можуть застосовуватись для виготовлення вогнетривких матеріалів. Кислі і середні магматичні породи (граніти, андезити і ін.) використовують в якості кислотно-опорних матеріалів для формування конструктивних елементів будівель і апаратів при виготовленні сірчаної, азотної і соляної кислот.

Карбонатні породи

З поміж **карбонатних** порід в промисловості будівельних матеріалів широко використовується вапняк, крейда (один із різновидів вапняку), доломіт, мармур (утворюється в результаті перекристалізація вапняку і доломіту), мергель (перехідна гірська порода від карбонатних до глинистих), магнезит.

Головними споживачами карбонатних порід є промисловість будівельних матеріалів, вогнетривів, металургійна, хімічна, цукрова і скляна галузі виробництва.

В промисловості будівельних матеріалів карбонатні породи використовуються для отримання цементу (вапняк, крейда), вапна і мінеральної вати (мергель), а також у виробництві термо- та звукоізоляційних виробів і деталей (магнезіальний цемент).

Карбонатні породи

В промисловості вогнетривів широко застосовують магнезит: металургійні магнезитові порошки застосовують для фарбування сталеплавильних печей і для виготовлення магнезіальних виробів. Сирий доломіт використовують для мартенівських печей, а з обпаленого доломіту отримують металургійні порошки, цеглу і блоки.

Карбонатні породи

Карбонатні породи застосовується також і для чорної та кольорової металургії (флюс для плавлення, реагенти для флотації), хімічній промисловості (для виготовлення соди, карбаміду кальцію, хлору, мінеральних добрив і ін.), цукровій промисловості (для очищення бурякових соків), скляній промисловості (для надання склу термостійкості, механічної міцності і інших властивостей), лакофарбовій та паперовій промисловостях (в якості наповнювачів).

Пісок і гравій

Пісок і гравій - рихлі осадові породи із окатаних різною мірою уламків гірських порід і мінералів. Зазвичай як пісок приймають частинки розміром від 1 до 1-3 мм, а до гравію від 3-5 до 60-70 мм, інколи до 150 мм.

За мінеральним складом розрізняють піски кварцові, кварц-польовошпатові, кварцево-глауконітові і інші. Найбільш розповсюджені піски з домішками інших порід і мінералів, глин, слюд, вапняку і ін. Гравій найчастіше складається з уламків міцних гірських порід - кремнію, граніту, гнейсу, діабазу, кварцу і ін.

Пісок і гравій

Гравій у природі майже завжди зустрічається у вигляді суміші з піском, утворюючи піщано-гравійну, або гравійно-піщану породу, яка містить пісок в кількості від 10 до 90%. Пісок та гравій широко використовуються в скляній промисловості, для отримання силікатної цегли, цементу, штукатурних і укладальних розчинів, як формувальний вогнетривкий матеріал. Крім того, гравійно-піщана суміш застосовується як наповнювач для бетонів, або баластний шар при будівництві залізнодорожних шляхів чи в основі покриття автомобільних доріг.

Якість гравію та піску застосовуваних у будівельній справі визначається відповідними стандартами ДСТУ Б В.2.7-17-95 “Гравій, щебінь і пісок штучні пористі. Технічні умови.”.

Пісок і гравій

Від гранулометричного складу гравію значною мірою залежить рухливість бетонної суміші і кількість використовуваного цементу, тому гравій повинен містити як крупні так і дрібні зерна, а розподілення його складу повинно забезпечувати мінімальний об'єм порожнин і мінімальну витрату цементу. Великий вміст у гравії дрібних глинистих частинок викликає надмірну витрата цементу. Також, гравійний матеріал не повинен містити більше 15% зерен пластинчастої чи голчастої форми і більше 10% зерен слабких порід (за масою). Для хорошого щеплення гравію з цементним розчином велике значення має форма і характер поверхні зерен. Малоокатний гравій, з шорсткою поверхнею матиме більш високе зчеплення ніж гладкий.

Глини

Глини являють собою тонкодисперсні (складені частинками розміром менше 0,01 мм) гірські породи, які складаються переважно із шаруватих, або умовно шаруватих водних алюмосилікатів (узагальненою назвою є - глинисті мінерали), які володіють пластичністю і набувають після обпалювання високих значень міцності.

При значному вмісті піщаних зерен, глини переходять в суглинки. До глинистих порід відносять каолін, аргіліти і глинисті сланці.

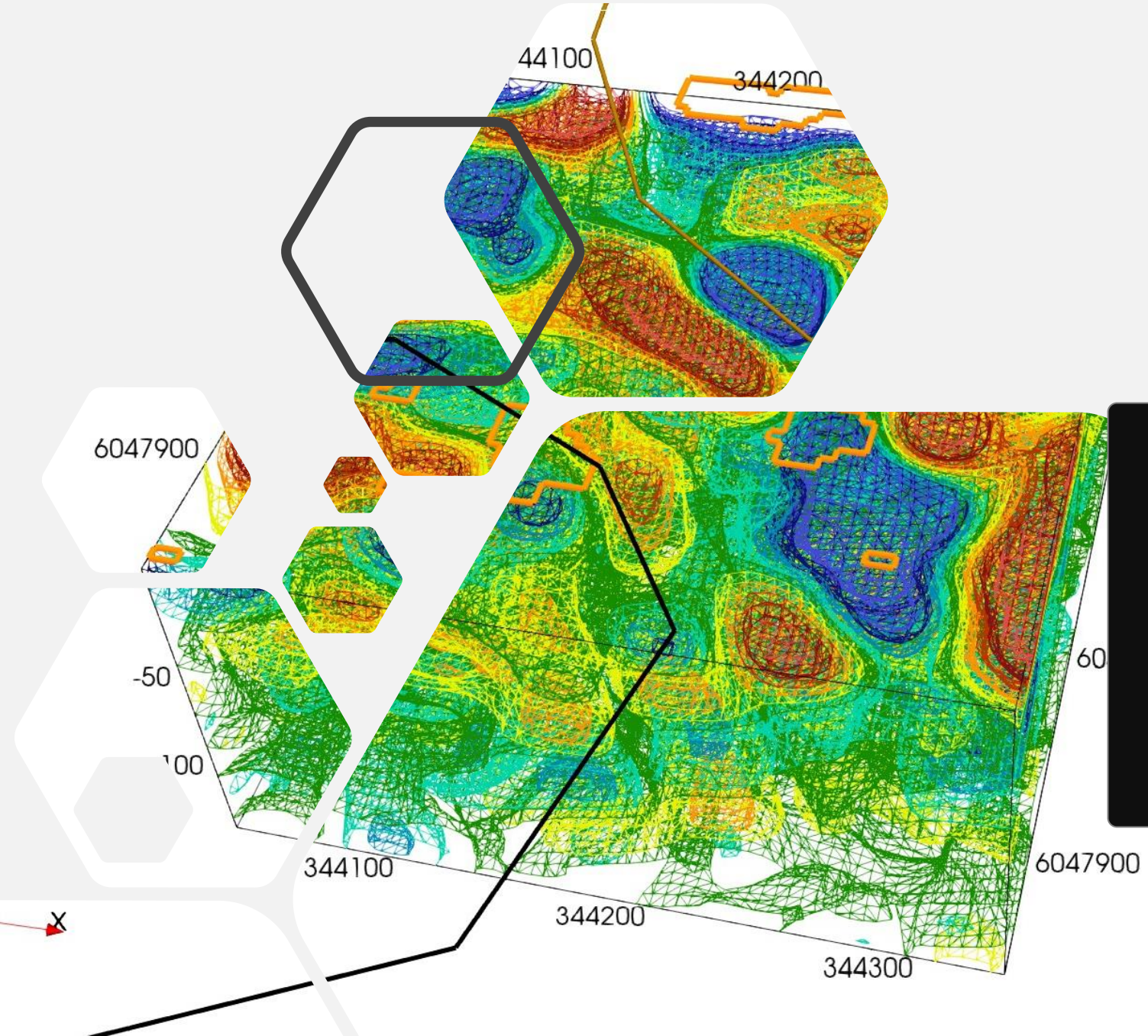
Всі глинисті породи за температурою плавлення розділяють на три групи: легкоплавкі (до 1350С); тугоплавкі (1350-1580С); вогнетривкі (більше 1580С).

Глини

Головною якісною характеристикою глин є їх пластичність, тобто здатність набувати у вологому стані під тиском будь-якої форми зберігаючи її після зняття тиску і обпалювання. Глини, глинисті породи та каоліни використовуються в промисловості у сирому та обпаленому вигляді для виробництва керамічних виробів, вогнетривких матеріалів, служать наповнювачами при виготовленні паперу, гуми, пластмас і інше. Застосовуються в якості будівельних матеріалів, при виготовленні цементу і ін.

Глини

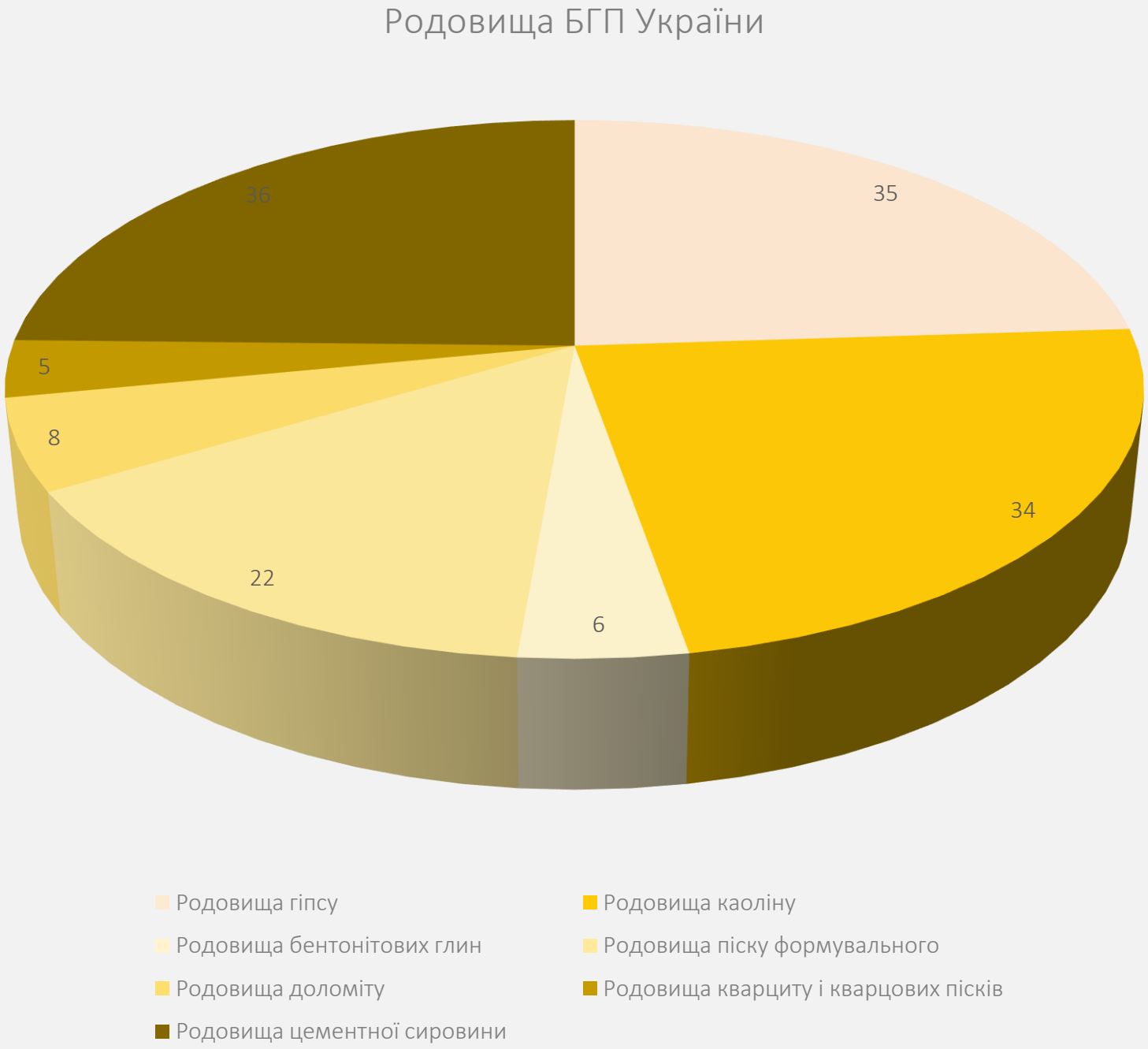
Глиняна сировина яка використовується для керамічної промисловості класифікується за вогнетривкістю, вмістом оксидів алюмінію та двоокису титану, спікаємістю, вмістом фарбуючих оксидів, пластичністю, вмістом тонкодисперсних фракцій і крупно зернистими включеннями. За вмістом тонкодисперсних фракцій глини поділяються на високодисперсні, дисперсні та грубодисперсні. У високодисперсних глинах вміст частинок розмірами менше 1 мк повинен бути більше 60%, в дисперсних від 20 до 60% і в грубодисперсних менше 20%.



Геологічна будова та класифікація родовищ БГП

БГП України

В Україні розвідано понад 1300 родовищ нерудних будівельних матеріалів: магматичні, метаморфічні і осадові породи різного віку.

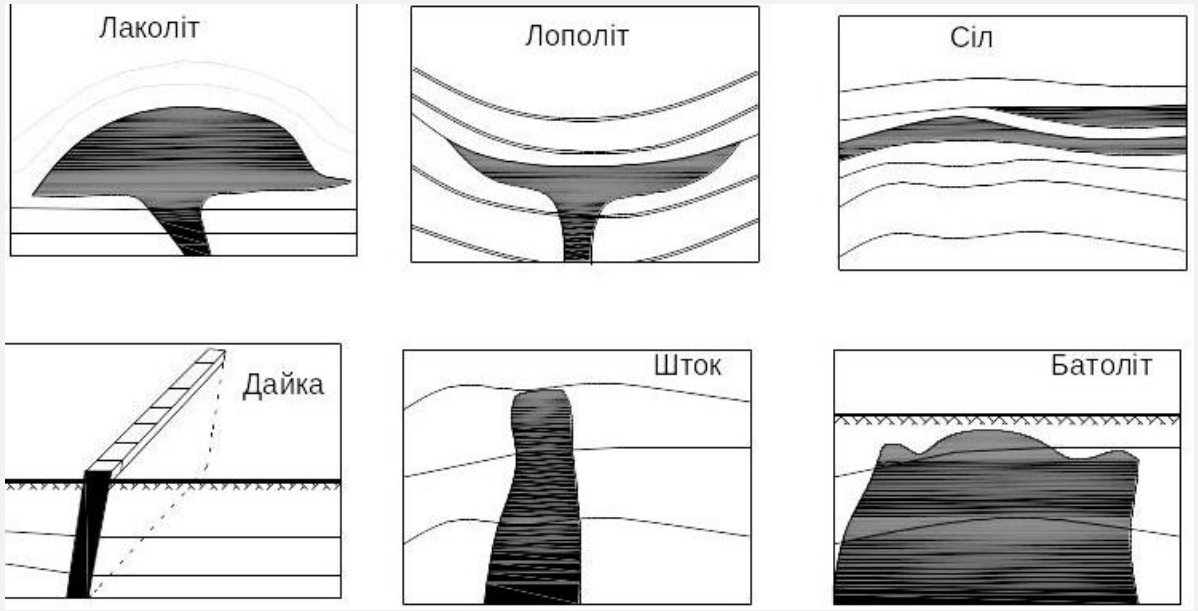


Загалом, державним балансом запасів корисних копалин України враховано 35 родовищ гіпсу, 34 родовища каоліну, 6 родовищ бентонітових глин, 22 родовища піску формувального, 8 родовищ доломіту, 5 родовищ кварциту і кварцових пісків, 335 родовищ піску будівельного, 36 родовищ цементної сировини, 61 родовище крейди.

Родовища магматичних порід

Магматичні породи характеризуються однорідним складом і значними розмірами геологічних тіл, площа яких сягає десятків квадратних кілометрів, а глибина в деяких випадках вимірюється сотнями кілометрів. Найбільш розповсюдженою глибинною магматичною природою є граніт.

Одним з головних критеріїв оцінки родовища граніту є показник тріщинуватості масиву.



Особливістю гранітних родовищ є анізотропність їх будови, внаслідок чого граніт володіє здатністю до легкого руйнування в деяких напрямках, з утворенням при цьому рівних поверхонь.

Часто спостерігаються випадки виходу родовищ граніту на денну поверхню утворюючи об'ємні природні оголення. В разі наявності покривних порід, їх потужність незначна, проте у верхній частині часто зустрічається сильно пошкоджена порода, що є результатом вивітрювання і як наслідок призводить до збільшення коефіцієнту розкриву і ускладнює проведення розкривних робіт.

Родовища карбонатних порід

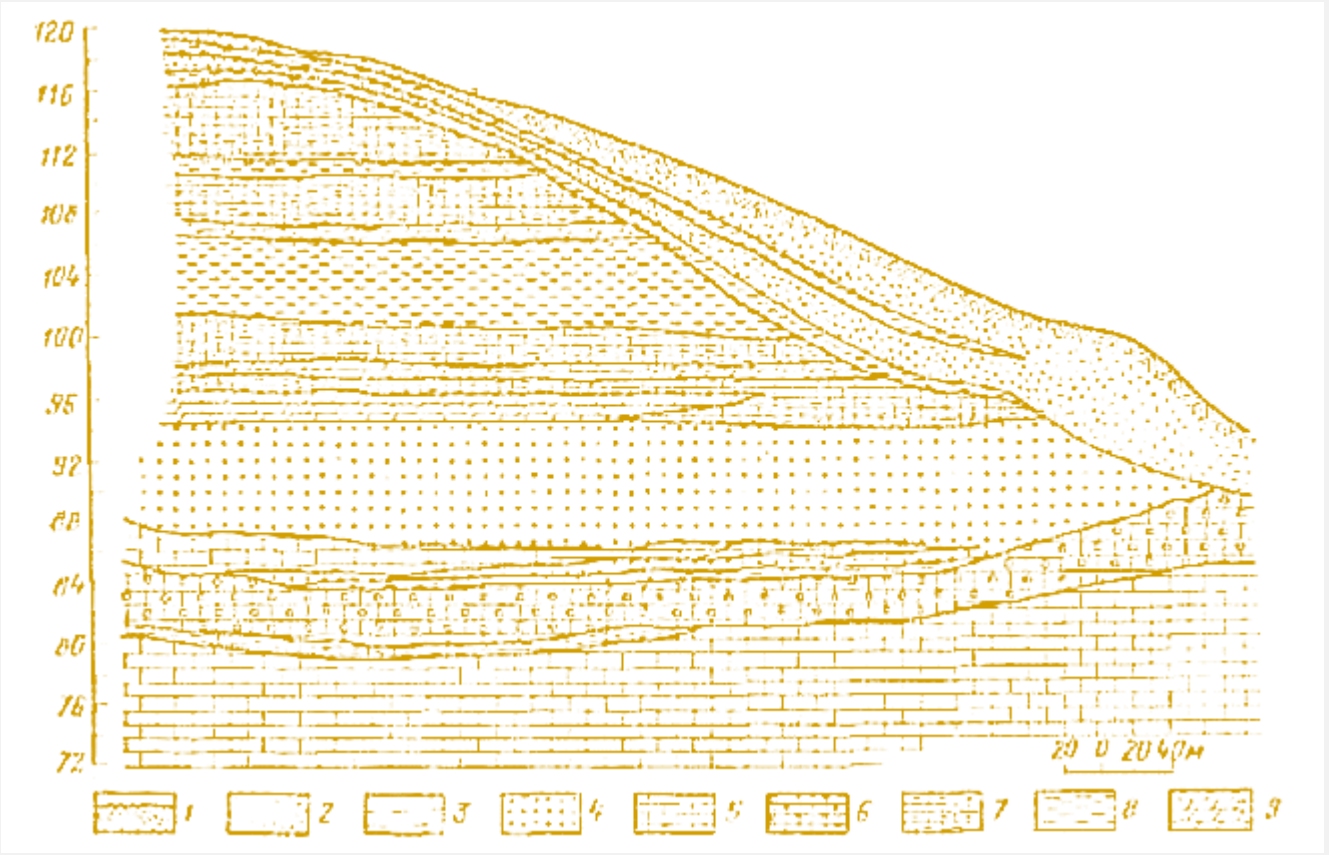
Родовища карбонатних порід зазвичай являють собою масив складений потужними пластами, перешарованими лінзами, гніздами і інше та часто характеризуються мінливим якісним складом. Проте зустрічаються і поклади зі сталою потужністю і постійним складом.

Серед карбонатних порід найбільш поширеними є вапняки. Масиви вапняків зазвичай характеризуються наявністю трьох систем тріщин: однієї горизонтальної (за напрямком напластування) і двох вертикальних. В результаті цього поклади вапняку розділяються на плити відокремлення різних розмірів.

Майже всім родовищам вапняків включно з міцними їх різновидами характерною є наявність слабких неморозостійкі пористих мергелистих вапняків, їх вміст у складі окремих родовищ може становити від 20 до 50%. Перехід від міцних до слабких різновидів в межах окремих шарів і загалом у межах карбонатних масиві у більшості випадків не має яскраво виражених закономірностей за простяганням чи потужністю. Найбільш характерно такі переходи відображаються в шарах вапняку, які зазнали вивітрювання.

Разом з тим, типовим для карбонатних родовища є прояви поверхневого із внутрішнього карсту, останній виражається в наявності типових воронок які мають майже правильний овальний контур і занурюються в товщу вапняків на значну глибину. Порожнини карстових воронок можуть бути заповнені суглинками перемішаними з хаотично нагромадженими уламками вапняку.

В межах України розповсюдженні переважно маломагнезіальні, або доломітизовані різновиди карбонатних порід. Власне доломітизовані займають другорядне місце. Концентруються вони переважно у архейських, протерозойських і палеозойських відкладах.

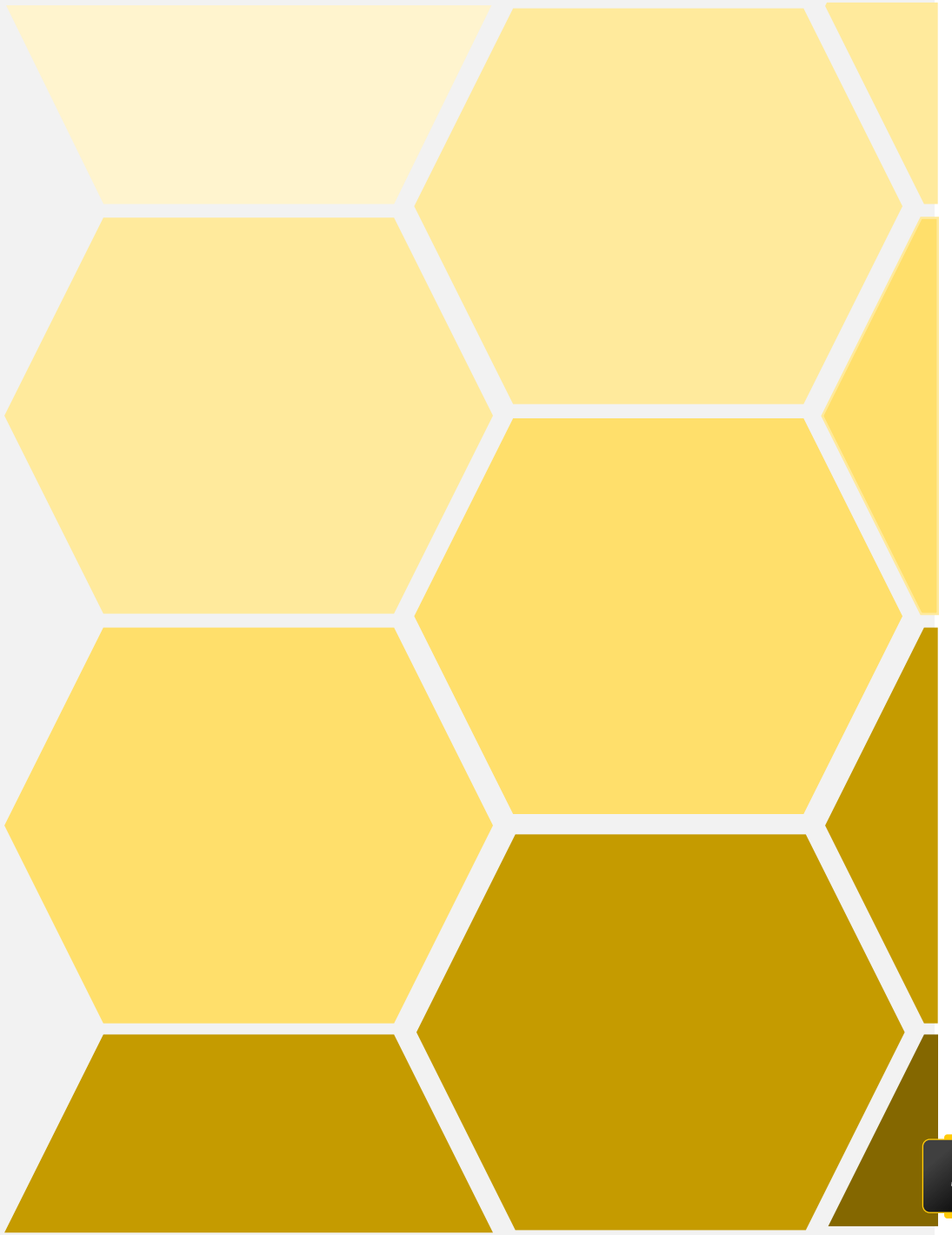


Приклад будови родовища вапняку: 1 – грунтовий шар; 2 – пісок; 3 – суглинки; 4 – пісковик; 5 та 6 – вапняк; 7 – мергель; 8 – глини; 9 – доломіти

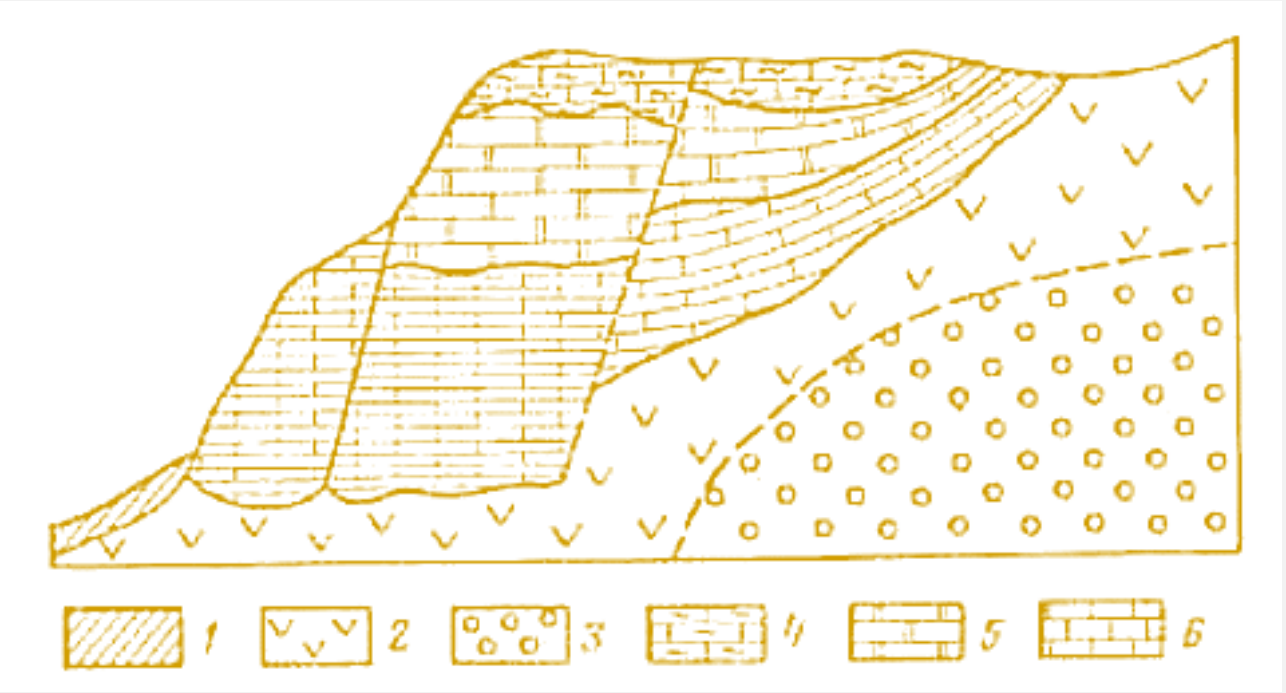
З вапняків або доломітів в умовах регіонального чи контактового метаморфізму утворюється мармур.

Для родовищ регіонального метаморфізму характерною є сталість текстурних, структурних ознак і пластова відокремленість, яка полегшує їх розробку.

При контактовому метаморфізмі окрім перекристалізації може відбуватися утворення нових мінералів, які сприяють зміні кольору мармуру.



Мармур зазвичай залягає у вигляді пласто- чи лінзо-подібних тіл потужністю від десятків до сотень метрів і протяжністю в окремих випадках на декілька кілометрів.



Приклад геологічної будови родовища мармуру: 1 – четвертинні відклади; 2 – діабази; 3 – конгломерати; 4 – мармур; 5 – мармур плямистий; 6 – мармур забарвлений

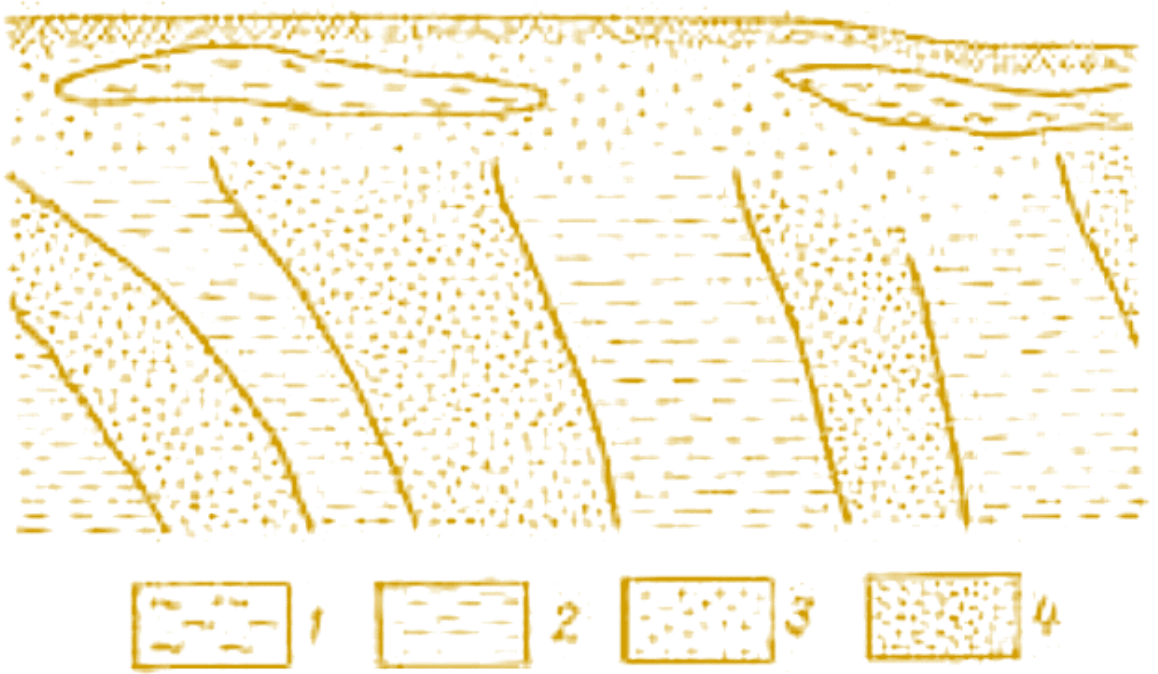
Родовища глин

Глинисті породи входять до складу двох основних геолого-генетичних комплексів осадових гірських порід: морських (а також лагуно-морських) і континентальних. Залягання глин і якісний склад продуктивної товщі по площі розповсюдження і вертикальному розрізі дуже різноманітний.

За формою залягання глини поділяються на чотири типи:

- пластоподібні поклади, які мають велике розповсюдження по площі і рівномірний розподіл відміток гіпсометрії покрівлі і підошви з відносно невеликою потужністю пласта;
- пластоподібні поклади з нерівномірним розподілом відміток гіпсометрії покрівлі і підошви зі значними змінами потужності покладу на коротких відстанях;
- пластоподібні поклади з нерівномірним розподілом відміток гіпсометрії покрівлі і підошви, які являють собою ряд доволі значних за потужністю складок утворених в результаті зминання пласта;
- лінзоподібні поклади з незначним розповсюдженням по площі і з продуктивною товщею відносно невеликої потужності.

Форма залягання глин у більшості випадків впливає на їх склад і властивості. Якісний склад корисної товщі залежить від наявності мінеральних домішок, які є основоположними при визначенні технологічних властивостей окремих різновидів глин.



Розріз типового родовища глини: 1 – глина тугоплавка; 2 – глина вогнестійка, яка переходить у глиняний сланець в нижніх частинах родовища; 3 – пісок; 4 – пісок, який переходить в піскових у нижніх частинах родовища

Технологічні властивості значною мірою залежать і від такого показника як дисперсія глини, за рахунок чого вона власне і має здатність набувати пластичності.

Родовища піску та гравію

Родовища гравію і піску пов'язані з процесами вивітрювання і руйнування магматичних, метаморфічних і осадових гірських порід та подальшим перенесенням і накопиченням продуктів їх руйнування. При цьому, процеси дезінтеграції і хімічного розкладання різних гірських порід призводять до утворення уламкового матеріалу з різним мінеральним і петрографічним складом. Уламковий матеріал має різноманітну форму і розміри, які змінюються в процесі подальшого руйнування. Уламки крупного розміру лишаються ближче до материнської породи, тоді як уламки менших розмірів разом із зернами мінералів переміщуються на різні відстані.

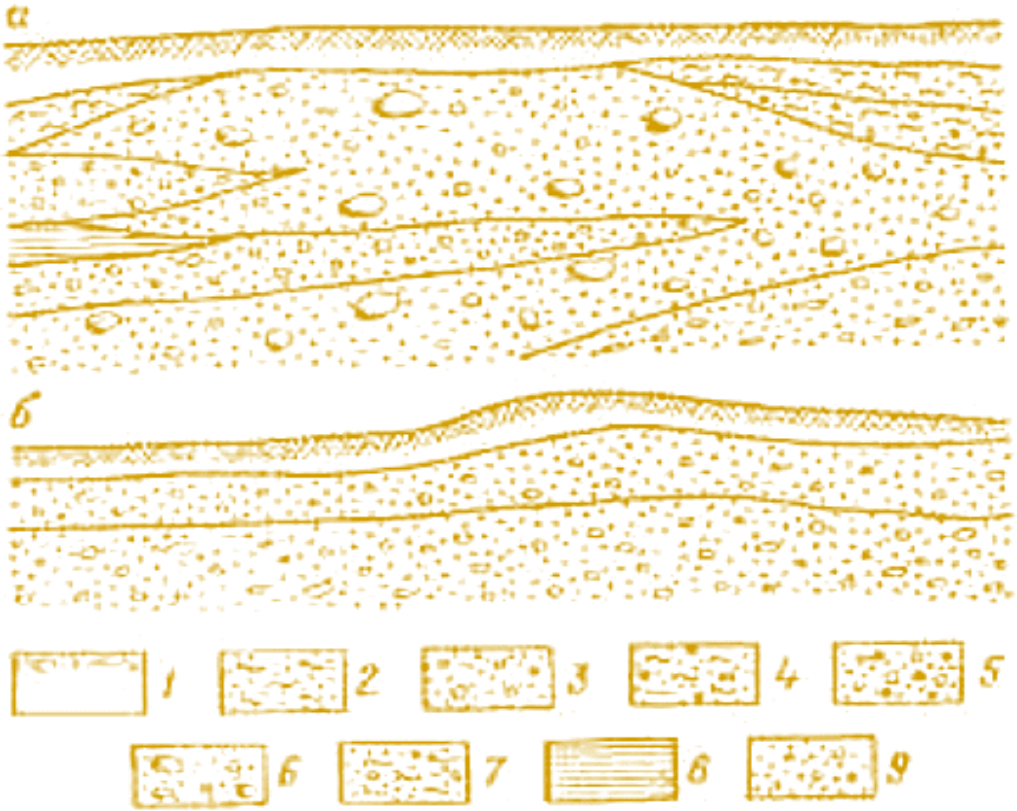
Залежності від умов переміщення уламків гірських порід розрізняють чотири типи родовищ гравію і піску:

- пов'язані з діяльністю водних потоків;
- льодовикового походження;
- морського і озерного походження;
- еолового походження.

Переважна більшість розвіданих на території нашої держави родовищ гравію та піску належить до першого типу та пов'язана з діяльністю водних потоків в басейнах гірських, передгірних і рівнинних річок.

Родовищам гравію і піску характерна лінзоподібна або пластоподібна форма. До складу корисної товщі таких родовищ часто входять глини, суглинки і глинисті піски, а також уламки підстилаючих порід. Часто зустрічаються заглиблення в покрівлі корисної товщі, які заповнені супісками, суглинками і глинами. Корисна товща частково або повністю може бути обводнена.

Потужність піщаних і гравійних покладів змінюється в досить широкому спектрі значення. Для родовищ гравію та піску сучасного алювіального походження зазвичай характерна найбільша потужність покривних порід, які частіше всього представлені дрібно- і тонкозернистими пісками, супісками і суглинками, а також грунтово-рослини шаром.



Приклад геологічної будови складного (а) та простого (б) родовищ гравію та піску: 1 – грунтовий шар; 2 – дрібнозернисті глинисті піски; 3 – середньозернисті піски з гравієм і галькою; 4 - крупнозернисті піски з гравієм і галькою; 5 – пісок з гравієм; 6 – пісок з гравієм та валунами; 7 – різнозернисті глиняні піски; 8 – глини; 9 – різнозернисті піски з гравієм